



0280 #3

P/1071-1173

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

New York, New York

Yoshiaki KOHNO, et al.

Date: October 12, 2000

Serial No.: 09/670,150

Group Art Unit: ----

Filed: September 26, 2000

Examiner: -----

For: ***SENSOR ARRAY, METHOD FOR MANUFACTURING SENSOR ARRAY,  
AND ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS USING THE SAME***

*Priority  
Office  
6/20/01*

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

In accordance with 35 U.S.C. Sec. 119, Applicant(s) confirm(s) the request for priority under the International Convention and submits herewith the following document in support of the claim:

A Certified copy of Japanese Application:  
11-273078, filed September 27, 1999

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on October 12, 2000:

Respectfully submitted,

Martin Pfeffer

Name of applicant, assignee or  
Registered Representative

Signature  
October 12, 2000  
Date of Signature

Martin Pfeffer  
Registration No.: 20,808  
OSTROLENK, FABER, GERB & SOFFEN, LLP  
1180 Avenue of the Americas  
New York, New York 10036-8403  
Telephone: (212) 382-0700

MP:jy  
Enclosure

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 9月27日

願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第273078号

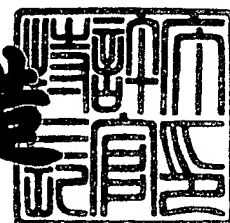
願 人  
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2000年 8月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3068550

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JP-992724  
【提出日】 平成11年 9月27日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04R 17/00  
A61B 8/00  
G01N 29/24

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
製作所内

【氏名】 河野 芳明

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田  
製作所内

【氏名】 藪内 昌人

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100079577

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 全啓

【電話番号】 06-6252-6888

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012634

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004879

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 センサアレイ、センサアレイの製造方法および超音波診断装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板、および

前記基板の主面上にマトリックス状に固着される複数の圧電振動子を含み、  
前記圧電振動子は、

前記基板の主面と平行な方向に積層される複数の圧電体層、

前記複数の圧電体層間に設けられる内部電極、および

前記複数の圧電体層の端面に形成される外部電極を含む、センサアレイ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のセンサアレイを製造するためのセンサアレイの製造方法であって、

複数の圧電体層および複数の内部電極を積層した積層体を作る工程、

前記積層体を積層方向にカットして板状のマザー板を作る工程、

前記マザー板の主面に外部電極を形成する工程、

前記マザー板を基板の一方主面上に固着する工程、および

前記マザー板を前記複数の圧電振動子にカットする工程を含む、センサアレイの製造方法。

【請求項 3】 超音波プローブを用いた超音波診断装置であって、

前記超音波プローブに請求項 1 に記載のセンサアレイが用いられる、超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明はセンサアレイ、センサアレイの製造方法および超音波診断装置に関し、特にたとえば超音波診断装置、超音波顕微鏡、金属探傷装置などに用いられる超音波プローブなどのセンサアレイなどに関する。

【0002】

【従来の技術】

この発明の背景となる従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブなど

が、たとえば、IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL, VOL. 44, NO. 2, MARCH 1997 Hybrid Multi/Single Layer Array Transducers for Increased Signal-to-Noise Ratio などに開示されている。

図 7 は従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図であり、図 8 はその超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。図 7 に示す超音波プローブ 1 は、バックリング材といわれる音響吸収体からなる基板 2 を含む。基板 2 の一方主面上には、複数の圧電振動子 3 がマトリックス状に固着される。

圧電振動子 3 は、図 8 に示すように、積層される複数の圧電体層 4 を含み、圧電体層 4 間には内部電極 5 がそれぞれ形成され、圧電体層 4 の上下面には外部電極 6 がそれぞれ形成される。また、圧電体層 4 の両端部にはビアホール 7 がそれぞれ形成され、ビアホール 7 内には接続電極 8 がそれぞれ形成される。さらに、それらの圧電体層 4 は、1 層おきに逆の厚み方向に分極される。そして、圧電振動子 3 は、圧電体層 4 の主面が基板 2 の一方主面と平行になるように接着剤で基板 2 の一方主面上に接着される。

さらに、複数の圧電振動子 3 上には、人体との音響的マッチングをとるための音響マッチング層 9 が形成され、音響マッチング層 9 上には、超音波ビームを収束させるための音響レンズ 10 が形成される。

なお、上述の超音波プローブ 1 に用いられている圧電振動子 3 では、内部電極 5 がビアホール 7 などによって引き出されているが、内部電極を引き出す構造ないし方法としては、それとは別に一般に積層コンデンサなどに用いられているように、内部電極を側面から引き出す構造ないし方法がある。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図 7 に示す超音波プローブ 1 に用いられる圧電振動子 3 では、積層構造を有するので、高機能化、高分解能化を実現することができ感度がよいが、製造する際にビアホールの高い加工精度や電極の高い印刷精度などが必要であり、材料の焼成時の収縮などによってビアホール間の直線性を得にくく焼成した材料をマトリックス状にカットするのが困難であり、さらに、カット後に外部電極を欠落しや

すいことなど、製造上において極めて高い加工精度が必要であり、製造上の問題が多く特性のばらつきが生じやすい。

なお、超音波プローブ 1 において圧電振動子 3 の内部電極 5 を側面から引き出す場合にも、製造する際に高い加工精度が必要となる。

【0004】

それゆえに、この発明の主たる目的は、感度がよく製造しやすいセンサアレイを提供することである。

この発明の他の目的は、そのようなセンサアレイを製造することができるセンサアレイの製造方法を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、そのようなセンサアレイを用いた超音波診断装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この発明にかかるセンサアレイは、基板と、基板の主面上にマトリックス状に固着される複数の圧電振動子とを含み、圧電振動子は、基板の主面と平行な方向に積層される複数の圧電体層と、複数の圧電体層間に設けられる内部電極と、複数の圧電体層の端面に形成される外部電極とを含む、センサアレイである。

この発明にかかるセンサアレイの製造方法は、この発明にかかるセンサアレイを製造するためのセンサアレイの製造方法であって、複数の圧電体層および複数の内部電極を積層した積層体を作る工程と、積層体を積層方向にカットして板状のマザー板を作る工程と、マザー板の主面に外部電極を形成する工程と、マザー板を基板の一方主面上に固着する工程と、マザー板を複数の圧電振動子にカットする工程とを含む、センサアレイの製造方法である。

この発明にかかる超音波診断装置は、超音波プローブを用いた超音波診断装置であって、超音波プローブにこの発明にかかるセンサアレイが用いられる、超音波診断装置である。

【0006】

この発明にかかるセンサアレイでは、積層構造の圧電振動子が用いられるので、感度がよい。

さらに、この発明にかかるセンサアレイは、複数の圧電体層および複数の内部電極を積層した積層体を作り、積層体を積層方向にカットして板状のマザー板を作り、マザー板の主面に外部電極を形成し、マザー板を基板の一方主面上に固着し、マザー板を複数の圧電振動子にカットすることによって製造することができ、マザー板を基板に固着する際にマザー板の主面全面に外部電極が形成されているので高い位置決め精度が不要となり、製造しやすい。

#### 【0007】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

図1はこの発明にかかる超音波診断装置の一例を示すブロック図であり、図2はその超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図であり、図3はその超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。図1に示す超音波診断装置20は、超音波プローブ22を含む。

#### 【0009】

超音波プローブ22は、図2に示すように、バッキング材といわれる音響吸収体からなる基板24を含む。基板24の一方主面上には、複数の圧電振動子26がマトリックス状に固着される。なお、複数の圧電振動子26は、図2では4列に示されているが、実際には多数配列されている。

#### 【0010】

圧電振動子26は、図3に示すように、たとえば比誘電率2000程度の材料からなり積層される複数の圧電体層28を含む。これらの圧電体層28間には、内部電極30がそれぞれ形成される。この場合、内部電極30は、1つおきのものが圧電体層28の一端部から中央部にわたって形成され、他の1つおきのものが圧電体層28の他端部から中央部にわたって形成される。さらに、これらの圧電体層28の両端面には、外部電極32がそれぞれ形成される。この場合、一方の外部電極32は1つおきの内部電極30に接続され、他方の外部電極32は他の1つおきの内部電極30に接続される。また、これらの圧電体層28は、1層



おきに逆の厚み方向に分極される。なお、各圧電振動子 26 では、外径すなわち外部電極 32 の一辺はそれぞれ  $250\ \mu\text{m}$  に形成され、厚みすなわち外部電極 32 間は主モードである長さ振動 (d31 モード) とその他の不要振動との結合を防止するため外径の 2 倍以上の寸法が望ましくたとえば  $500\ \mu\text{m}$  に形成される。また、各圧電振動子 26 では、圧電体層 28 は、インピーダンスのマッチングと受波感度のバランスから 5~7 層が好ましく、たとえば 7 層に形成される。そして、各圧電振動子 26 は、複数の圧電体層 28 が基板 24 の主面と平行な方向に積層されるように、基板 24 上に接着剤で接着される。

なお、上述の圧電振動子 26 では 1 つおきの内部電極 30 が外部電極 32 で接続されているが、圧電振動子 26 は、外部電極 32 に接続されない内部電極を形成することなどによって、1 つおきの内部電極を接続した構造の圧電振動子に限定されない。

また、複数の圧電振動子 26 は、送波用と受波用とでは最適値が異なるので、それぞれ別の形状に形成されてもよい。

#### 【0011】

さらに、複数の圧電振動子 26 上には、人体との音響的マッチングをとるための音響マッチング層 34 が形成され、音響マッチング層 34 上には、超音波ビームを収束させるための音響レンズ 36 が形成される。

#### 【0012】

超音波プローブ 22 の圧電振動子 26 の外部電極 32 は、音響マッチング層 34 に設けたパターン電極 (図示せず) や基板 24 を貫通するスルーホール中の導体 (図示せず) を介して、送受信部 40 に接続される。送受信部 40 は、超音波プローブ 22 の駆動手段および受信手段となる。送受信部 40 は、超音波プローブ 22 に駆動信号を与えて被検体 A 内に超音波を送波させるようになっている。また、送受信部 40 は、超音波プローブ 22 が受波した被検体 A からのエコー信号を受信するようになっている。

#### 【0013】

送受信部 40 は B モード処理部 42 およびドップラ処理部 44 に接続される。そのため、送受信部 40 から出力される音線毎のエコー受信信号は、B モード処

理部 4 2 およびドップラ処理部 4 4 に入力される。

【 0 0 1 4 】

B モード処理部 4 2 およびドップラ処理部 4 4 は、画像処理部 4 6 に接続される。B モード処理部 4 2、ドップラ処理部 4 4 および画像処理部 4 6 は、画像生成手段である。画像処理部 4 6 は、B モード処理部 4 2 およびドップラ処理部 4 4 からそれぞれ入力されるデータに基づいて、それぞれ B モード画像およびドップラ画像を構成するものである。

【 0 0 1 5 】

画像処理部 4 6 には、表示部 4 8 が接続される。表示部 4 8 は、画像処理部 4 6 から画像信号が与えられ、それに基づいて画像を表示するようになっている。

【 0 0 1 6 】

上述の送受信部 4 0、B モード処理部 4 2、ドップラ処理部 4 4、画像処理部 4 6 および表示部 4 8 は、制御部 5 0 に接続される。制御部 5 0 は、それら各部に制御信号を与えてその動作を制御するようになっている。また、被制御の各部から各種の報知信号が入力されるようになっている。制御部 5 0 の制御の下で、B モード動作およびドップラモード動作が実行される。

【 0 0 1 7 】

制御部 5 0 には、操作部 5 2 が接続される。操作部 5 2 は操作者によって操作され、制御部 5 0 に所望の指令や情報を入力するようになっている。操作部 5 2 は、たとえばキーボードやその他の操作具を備えた操作パネルで構成される。

【 0 0 1 8 】

次に、この超音波診断装置 2 0 に用いられる超音波プローブ 2 2 の製造方法の一例について説明する。

【 0 0 1 9 】

まず、図 4 に示すように、多数の圧電体層 2 8 および多数の内部電極 3 0 を積層した積層体 2 9 が作られる。この場合、圧電体層 2 8 の材料と内部電極 3 0 の材料とを積層し同時に焼成して、積層体 2 9 が作られる。また、この場合、後にカットを行う際のカット幅や圧電振動子 2 6 に必要な幅、また、カット後の圧電振動子 2 6 間の間隔を考慮して、内部電極 3 0 の配置を自由に変えることが可能

である。なお、図4には、圧電体層28および内部電極30が省略して示されている。

#### 【0020】

次に、積層体29が積層方向にカットされ、図5に示すように、板状のマザー板31が作られる。なお、積層体29からマザー板31をカットするのは、積層体29の焼成後に限らず積層体29の焼成前であってもよい。積層体29の焼成前に積層体29からマザー板31をカットする場合は、マザー板31をカットした後でマザー板31を焼成すればよい。

#### 【0021】

そして、マザー板31の両主面に外部電極32がそれぞれ形成される。

#### 【0022】

それから、2つの外部電極32間に直流電圧が印加され、多数の圧電体層28が1層おきに逆の厚み方向に分極される。なお、この発明では、複数の圧電体層28は、たとえば2層おきに逆の厚み方向に分極されているものであってもよく、1層おきに逆の厚み方向に分極されているものに限定されない。

#### 【0023】

そして、マザー板31が基板24の一方主面上に接着される。この場合、マザー板31を基板24に接着する位置精度は高い精度が不要であり、そのずれも大きな問題とならない。

#### 【0024】

それから、マザー板31が、ダイシングなどによって、図6に示すように、マトリックス状に複数の圧電振動子26にカットされる。この場合、マザー板32をカットする精度は高い精度が不要であり、そのずれも大きな問題とならない。なお、複数の圧電振動子26は、図6では5行6列に配列されているが、他の行列に配列されてもよい。

#### 【0025】

そして、複数の圧電振動子26上に音響マッチング層34が形成され、音響マッチング層34上に音響レンズ36が形成される。

#### 【0026】

この超音波診断装置 20 では、3 次元画像化や高分解能化にともなう超音波プローブの 2 次元化において、超音波プローブ 22 に積層構造の圧電振動子 26 が用いられるので、図 7 に示す従来の超音波プローブ 1 と同様のインピーダンスのマッチングとともに受波感度を得ることができ、高性能化を実現させることができる。

#### 【0027】

さらに、この超音波診断装置 20 では、積層構造の圧電振動子 26 が用いられるので、ビアホール形成やビアホールにあわせたカット方法などの複雑な工程や高い加工精度が不要となり、工程の簡素化とともに圧電振動子 26 の製作時に高い加工精度が不要となる。このため、図 2 に示す超音波プローブ 22 において、圧電振動子 26 間の特性ばらつきを少なくし高分解能化することができる。

#### 【0028】

また、図 7 に示す超音波プローブ 1 の場合、基板 2 上に図 8 に示す圧電振動子 3 がマトリックス状に配列されるが、そのような圧電振動子 3 を基板 2 上に多数配列させる場合、図 4～図 6 を参照して説明した上述の製造方法と同様に、圧電振動子 3 をマトリックス状に配列をしたマザー板や積層体から切断して圧電振動子を得ることが一般的である。

ところが、図 8 に示す圧電振動子 3 の場合、ビアホール 7 の位置のばらつきにより、ビアホール 7 の位置にあわせたダイシングが必要であり、また、切断後の圧電振動子 3 間の間隔の調整が不可能である。

それに対して、この超音波診断装置 20 に用いられる圧電振動子 26 では、上述の製造方法によって、ビアホールを形成するための複雑な工程や寸法精度が不要となり、また、ダイシングカット時の問題を解消することができる。

#### 【0029】

また、この超音波プローブ 22 では、図 3 に示すような大型の積層体 29 から多数の圧電振動子 26 を取り出すことが可能であり、また、カットして取り出す際もビアホールにあわせてカットするといったカット方法が不要である。さらに、図 3 に示す積層体 29 を形成する際に、後工程でのカット幅や圧電振動子 26 の幅、カット後の圧電振動子 26 間の間隔などを考慮して、内部電極 30 間の間

隔を自由に作製することが可能であり、コスト面の優位性ととも設計の自由度が増す。

【0030】

なお、上述の超音波診断装置20では、特別の寸法の圧電振動子26が超音波プローブ22に用いられているが、他の寸法の圧電振動子が超音波プローブに用いられてもよい。

【0031】

さらに、上述の超音波診断装置20では、超音波プローブ22以外に送受信部40などが用いられているが、送受信部40などは他のものに変更されてもよい。

【0032】

また、この発明は超音波診断装置に用いられる超音波プローブなどのセンサアレイに限らず、超音波顕微鏡や金属探傷装置に用いられるセンサアレイなどにも適用され得る。

【0033】

【発明の効果】

この発明によれば、感度がよく製造しやすいセンサアレイが得られる。さらに、この発明によれば、そのようなセンサアレイの製造方法およびそのようなセンサアレイを用いた超音波診断装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明にかかる超音波診断装置の一例を示すブロック図である。

【図2】

図1に示す超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図である。

【図3】

図2に示す超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。

【図4】

図2に示す超音波プローブを製造するための工程を示す図解図である。

【図 5】

図 2 に示す超音波プローブを製造するための工程を示す図解図である。

【図 6】

図 2 に示す超音波プローブを製造するための工程を示す図解図である。

【図 7】

従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図である。

【図 8】

図 7 に示す超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。

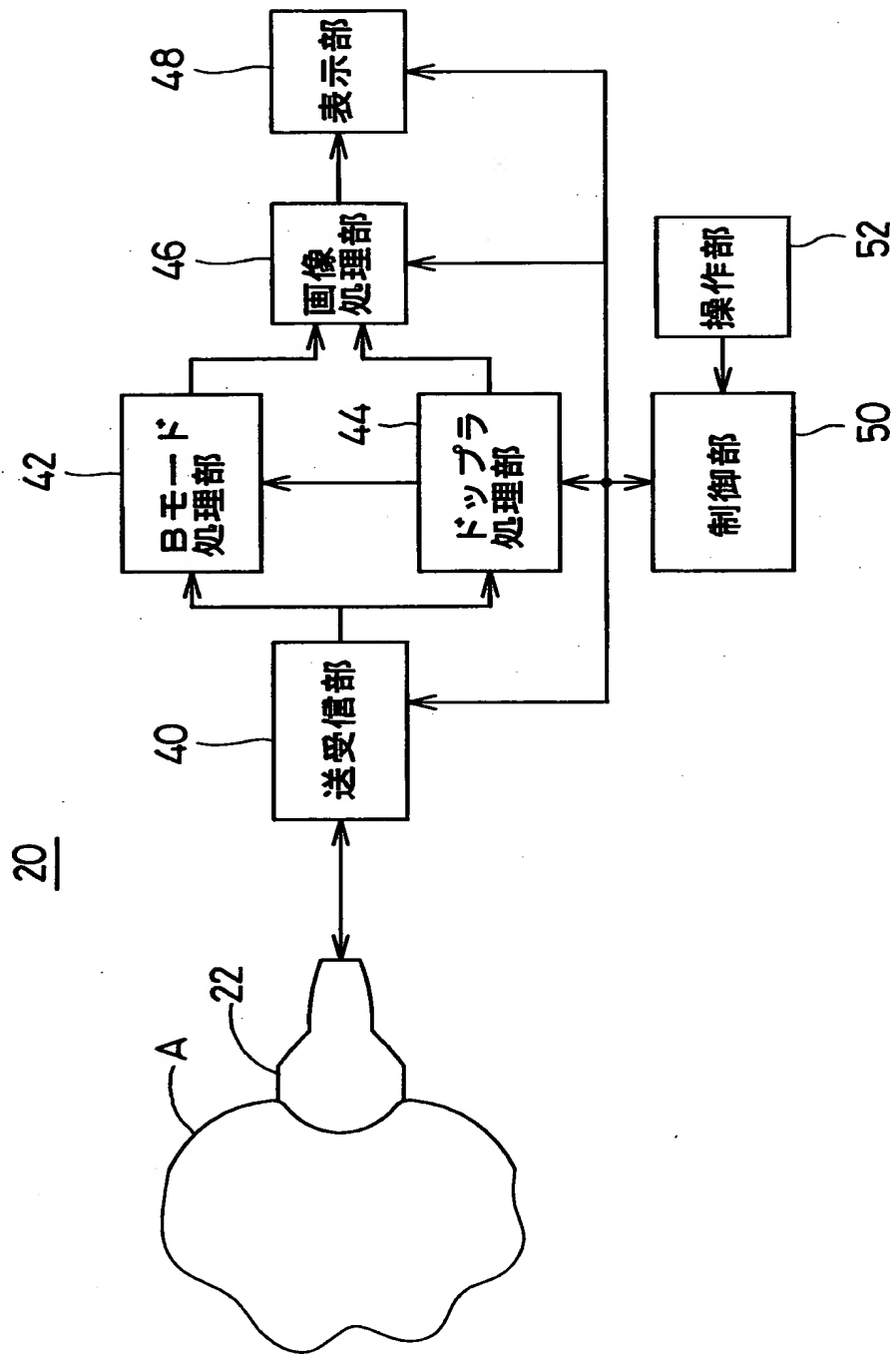
【符号の説明】

- 2 0 超音波診断装置
- 2 2 超音波プローブ
- 2 4 基板
- 2 6 圧電振動子
- 2 8 圧電体層
- 2 9 積層体
- 3 0 内部電極
- 3 1 マザー板
- 3 2 外部電極
- 3 4 音響マッチング層
- 3 6 音響レンズ
- 4 0 送受信部
- 4 2 Bモード処理部
- 4 4 ドップラ処理部
- 4 6 画像処理部
- 4 8 表示部
- 5 0 制御部
- 5 2 操作部
- A 被検体

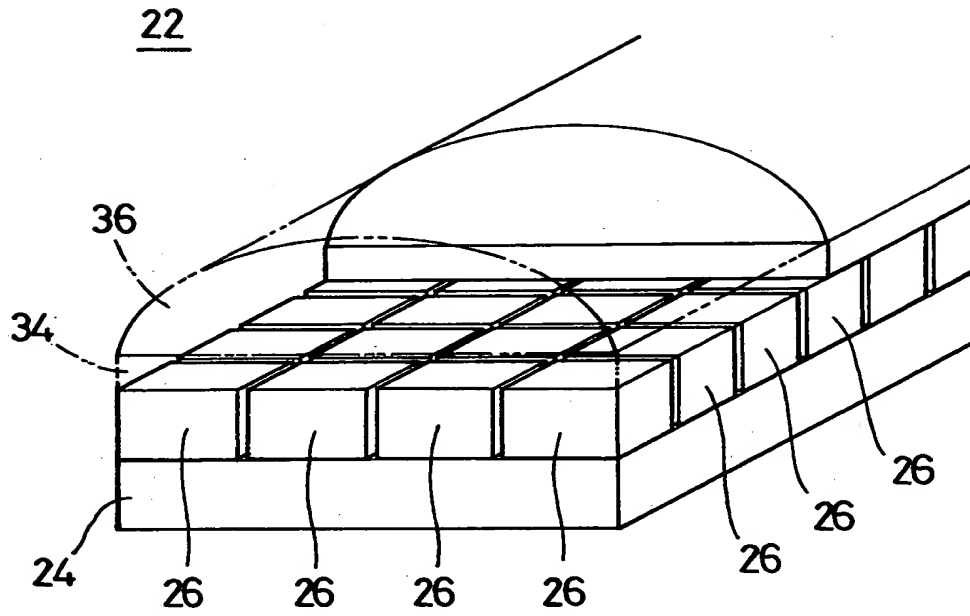
【書類名】

図面

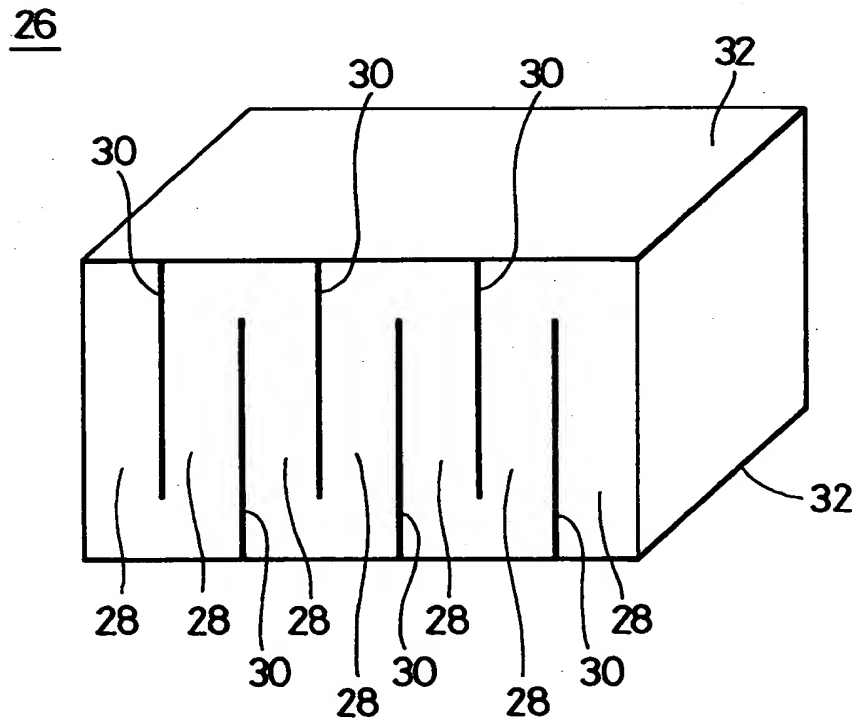
【図 1】



【图 2】



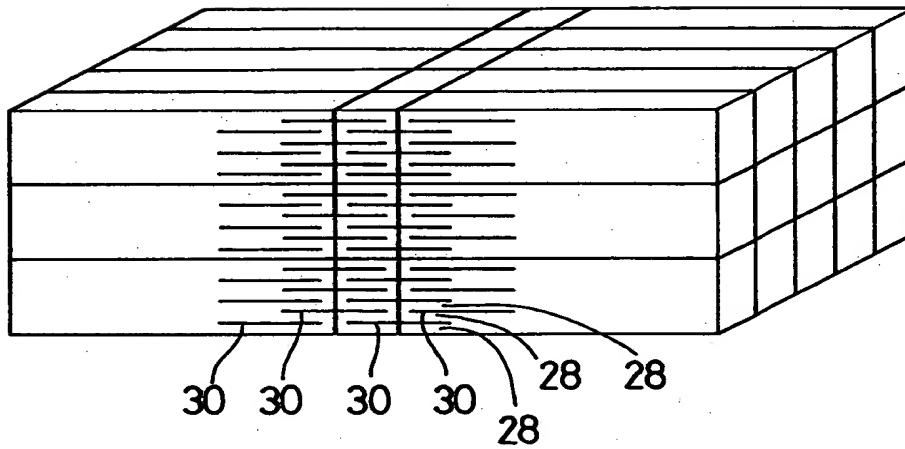
【图 3】





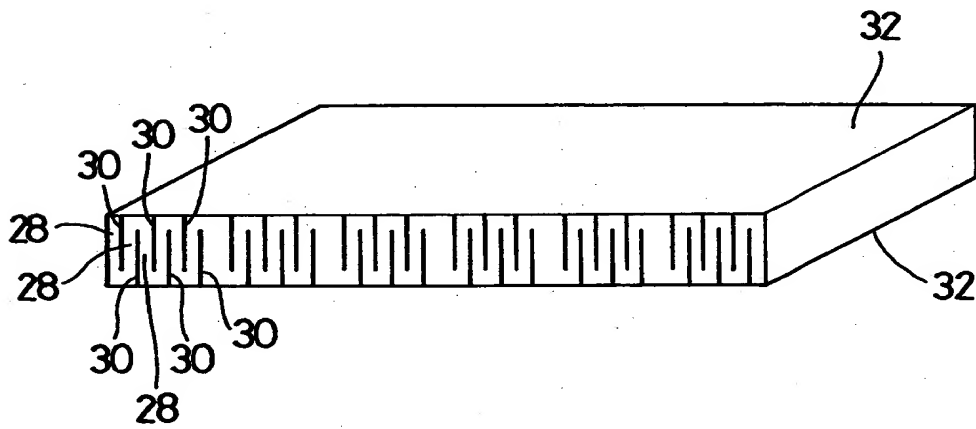
【図4】

29

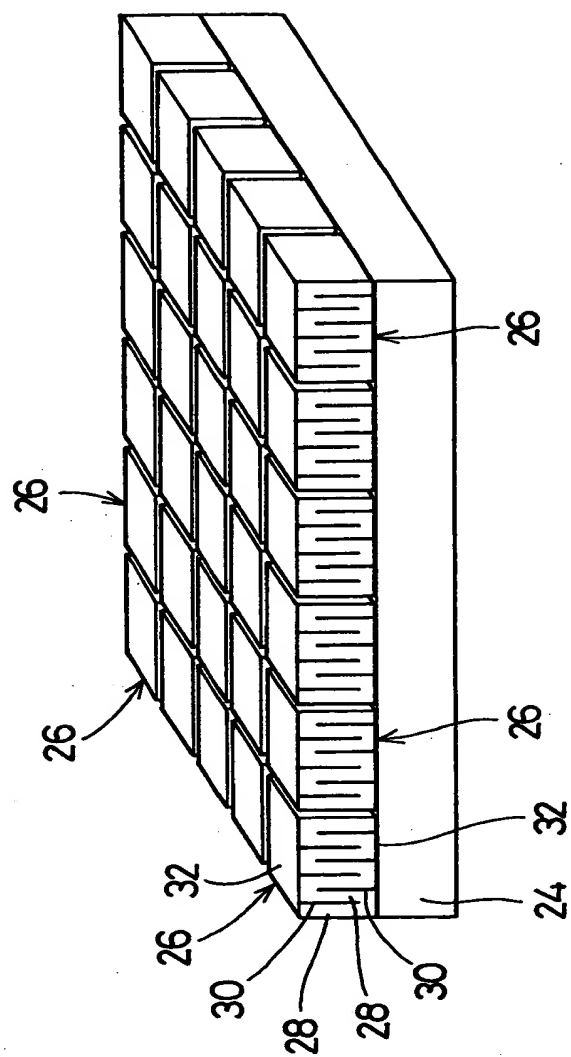


【図5】

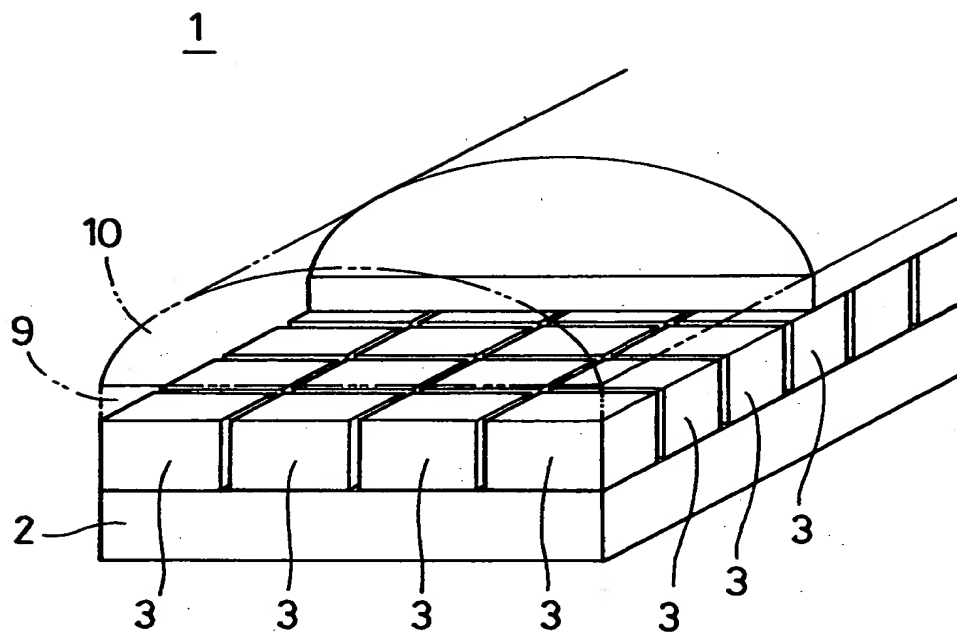
31



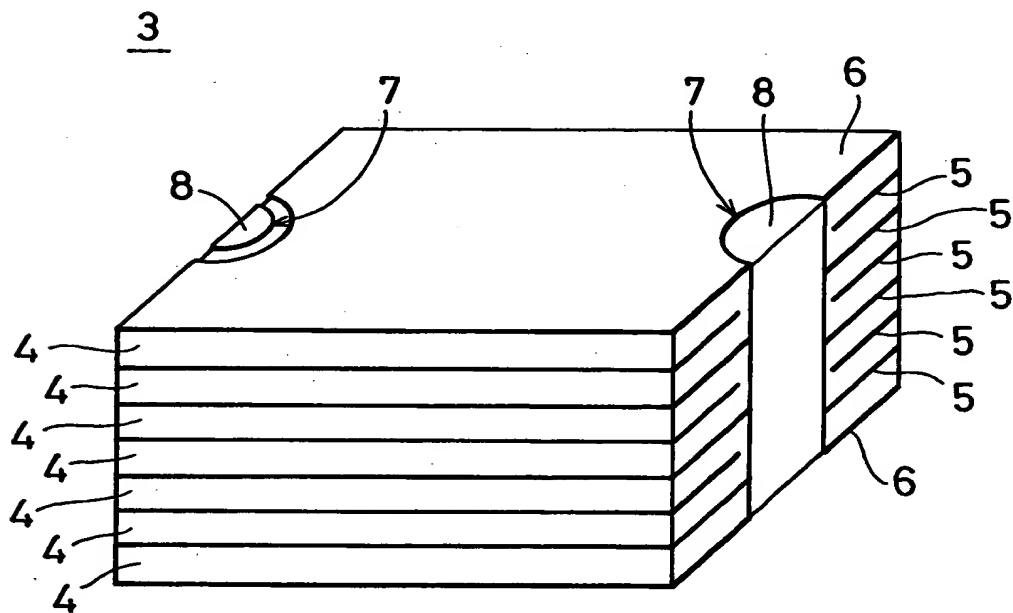
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 感度がよく製造しやすいセンサアレイを提供する。

【解決手段】 超音波診断装置 20 に用いられるセンサアレイとしての超音波プローブ 22 は、バックング材からなる基板 24 を含む。基板 24 の一方主面上には、複数の圧電振動子 26 がマトリックス状に固着される。圧電振動子 26 は、積層される複数の圧電体層 28 を含み、圧電体層 28 間に内部電極 30 がそれぞれ形成され、圧電体層 28 の両端面に外部電極 32 がそれぞれ形成される。各圧電振動子 26 は、複数の圧電体層 28 が基板 24 の主面と平行な方向に積層されるように、基板 24 上に接着剤で接着される。複数の圧電振動子 26 上には音響マッチング層 34 が形成され、音響マッチング層 34 上には音響レンズ 36 が形成される。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号  
氏 名 株式会社村田製作所